赢分与输分运动员面孔表情和身体姿势情绪的加工机制*

王丽丽[1]　冯文锋[2]　贾丽娜[3]　朱湘茹[4]　罗文波[5]　杨苏勇[6]　罗跃嘉[7,8]

([1]淮阴师范学院教育科学学院，淮安 223300) ([2]苏州大学教育学院心理系，苏州 215123)
([3]江南大学人文学院，无锡 214122) ([4]河南大学 认知，脑与健康研究所，开封 475004)
([5]辽宁师范大学脑与认知神经科学研究中心，大连 116029)
([6]上海体育学院运动健身科技省部共建教育部重点实验室，上海 200438)
([7]深圳大学心理与社会学院; [8]深圳大学 深圳市情绪与社会认知科学重点实验室，深圳 518060)

摘　要　本研究采用中国运动员赢分和输分后的表情，通过行为学和脑电技术比较面孔表情和身体姿势的加工机制。实验 1 探讨了赢分与输分面孔和身体的效价和强度，实验 2 考察了图片的情绪类型(中性、快乐、悲伤、愤怒、恐惧、厌恶)，实验 3 采用脑电技术比较了赢分和输分情绪的神经机制。3 个实验的行为结果表明，相比面孔，身体信息更能区分赢分和输分的效价，而且身体姿势传递的情绪内容相对单一，面孔表情传递的情绪内容相对复杂和多样化。脑电实验的结果表明，身体的情绪信息能更早地被大脑识别，表现在 N170 成分上，面孔表情的情绪效应，反映在 EPN 成分上。在加工的晚期，面孔和身体条件下，均观测到胜利比失败表情诱发了更大的 LPP 成分。结果表明，大脑在多个阶段对身体姿势进行情绪评估与分类，为行为上身体对效价的高区分性提供了证据。

关键词　身体姿势; 面孔表情; 事件相关电位

分类号　B842

1　引言

作为表达和传递情绪信息的载体，面孔表情和身体语言在人类的社会交往中起着重要作用。情绪识别问题，即从面孔或身体姿势中推断出正确的情绪信息，始终是情绪领域研究的热点。根据情绪维度观，情绪信息包括效价、强度、唤醒度三个维度(Mehrabian & Russell, 1974)。而情绪识别主要指的是，对情绪效价(或愉悦程度)的区分。一般而言，表情的强度越大，越容易被识别(Ekman, 1993)，因为高强度表情使得脸部肌肉的区分变大(Ekman, 1993)。而且，高强度刺激位于情绪效价轴(“积极–消极”或“愉悦–不愉悦”)的两端位置(Carroll & Russell, 1996)，更容易被判断出其效价的正性或负性。

然而，实际生活情景中，表情的区分并非完全按照以上规律。Aviezer, Trope 和 Todorov (2012)发表在《Science》上的研究指出，来源于真实生活的高强度面孔表情，与基本表情的

情绪识别存在不同。他们选取了网球比赛中运动员赢分和输分后的面孔表情或者身体表情，让被试判断图片的效价(9 点评分, 1 为非常消极, 5 为中性, 9 为非常积极)。结果发现，通过面部表情很难区分赢分与输分图片效价的正负；相反，通过身体表情或者完整图片(同时包括面孔和身体的信息)却可以有效地区分。同时, Aviezer 等人(2012)还采用其它高强度正性情景(如性高潮)或负性情景(如葬礼、乳头穿刺)中的面孔图片，也发现了，从面孔表情上无法区分出效价。当这些面孔图片与运动员赢分和输分后的身体图片同时呈现时，被试对面孔表情的效价判断倾向于身体表现出的情绪，也就是，根据身体情绪判断面孔的情绪。因此作者指出，在高强度情绪背景下，身体语言能提供更有效的情绪信息，辅助面孔情绪的判断。

探讨实验室外的人们真实情绪反应，具有重要的意义，不仅因为关注了现实生活中的理论问题，还揭示了人类情绪的复杂性和多样性。已有的研究，实验材料多为情绪库中的面孔或身体(Gu, Mai, & Luo, 2013; Wang et al., 2016)，这些图片多为演员表演而成，而且图片类型主要是一些典型情绪：快乐、愤怒、恐惧、悲伤、厌恶和惊讶。Aviezer 等人(2012)的研究表明，对运动员赢分或输分图片的情绪识别，与人们所通常认为的“面孔表情可以提供个体的情绪信息”的观点有一定的差别。欣赏体育比赛或观看比赛图片是很多人日常生活的一部分。本文期望对运动员输赢识别中的“面孔表情的低区分性”和“身体表情的高区分性”这一现象提供可能的原因解释。

本文关注的第一个问题，验证中国运动员的表情是否也存在面孔效价的“非诊断性”和身体效价的区分性。Aviezer 等人(2012)研究中，图片材料主要为西方人的面孔表情和身体姿势。本文(实验 1)采用与 Aviezer 等人(2012)相似的实验程序，唯一的区别在于实验材料为中国运动员的图片，选取中国运动员在高水平比赛中(包括网球、乒乓球、羽毛球)赢分或者失分后的图片，让被试进行效价和强度评分。

本文关注的第二个问题，进一步探讨运动员输赢识别中的“面孔表情的低区分性”和“身体表情的高区分性”这一现象产生的原因。Aviezer 等人(2012)对面孔效价的“非诊断性”解释到，高强度情绪可能在情绪体验上是相似的，无论情景是正性的还是负性的。因此，本研究猜测，赢分或输分面孔可能含有相同效价的情绪内容，导致二者效价的区分不明显。相反地，赢分身体和输分身体可能含有不同效价的情绪内容，导致二者效价的区分比较容易。因此，了解图片传递的情绪内容，或许可以为面孔效价的“非诊断性”和身体效价的高区分性提供解释。已有的研究多从面孔肌肉动作的角度，来分析面孔图片传递的情绪。Matsumoto 和 Willingham (2006)曾对 2004 年雅典奥运会柔道比赛中胜利者和失败者的面孔表情进行了分析，采用面部表情编码系统(Facial Affect Coding System, FACS) (Ekman & Friesen, 1978)分析

肌肉活动。结果发现，胜利者最显著的情绪为高兴，失败者的情绪比较复杂和多样化，传递着悲伤、厌恶和恐惧等情绪。Aviezer 等(2015)同样采用面部表情编码系统，对网球运动员赢分或输分后的面孔表情进行了分析，结果发现了一个规律：相比输分者，赢分者呈现出更多的脸部动作，如张嘴、笑、眼部肌肉收缩等。研究者将这一规律告诉了被试，让他们再次对赢分和输分的面孔做出效价区分，结果发现，被试仍然无法区分开来面孔效价的正负性。那么，在被试的眼中，赢分和输分面孔到底传递着什么样的情绪内容？面孔与身体传递的情绪内容是否相同？

实验 2 的目的在于，分析赢分和输分图片传递的情绪内容。研究中，要求被试对图片的情绪类型进行选择(中性、快乐、悲伤、愤怒、恐惧、厌恶)。选择以上 6 种类型的情绪，主要有两个方面的原因。第一, Ekman 和 Friesen (1969)归纳的 6 种基本的面部表情(快乐、愤怒、恐惧、悲伤、厌恶和惊讶)是复杂情绪发生、发展的基础(Oatley & Johnson-Laird, 1987)。第二, Matsumoto 和 Willingham (2006)采用面孔编码系统分析胜利和失败者的表情时，微笑、悲伤、厌恶、恐惧、中性是出现频率最多的表情。因此，综合以上观点，本研究最终选择了中性、快乐、悲伤、愤怒、恐惧、厌恶共 6 种情绪，让被试进行六选一的选择，判断出图片的主导情绪。通过分析各类情绪所占的百分比，可以比较面孔和身体表情传递情绪的不同。

本文关注的第三个问题，探讨赢分和输分后的面孔表情和身体表情识别的神经机制，为行为学表现寻找脑科学证据。在行为上要求被试分别对远动员赢分和失分后的面孔和身体图片做情绪分类(正性或负性)，通过两类反应所占的比率考查面孔表情和身体姿势对赢分图片与输分图片区分性的影响，同时采用事件相关电位(Event-Related Potential, ERP)技术比较面孔表情与身体姿势的加工时程。ERP 技术的时间分辨率达到 1 ms，而且不同的 ERP 成分反映的心理意义不同，是用来研究面孔表情和身体姿势加工机制的重要工具。

相比身体语言神经机制的研究，面孔表情神经机制的研究开展的比较早(Adolphs, 2002)，许多有价值的关于人类情绪加工的观点来源于对面孔表情的研究(de Gelder, 2006)。例如，人们能够比较快速地识别面孔情绪，杏仁核在恐惧面孔出现后的 30 ms 就产生反应(Luo, Holroyd, Jones, Hendler, & Blair, 2007; Luo, Holroyd, et al., 2010)。事件相关电位(ERP)的相关研究发现，在刺激呈现后的 100 ms 左右，负性面孔(尤其是恐惧面孔)比中性面孔诱发更大的枕叶 P1 成分(Luo, Feng, He, Wang, & Luo, 2010; Pourtois, Grandjean, Sander, & Vuilleumier, 2004)。研究者认为, P1 成分反映了情绪面孔的自动化加工或快速加工。刺激呈现后 170 ms 左右的 N170 成分与面孔的结构编码有关，面孔比非面孔刺激(如：汽车、房子、手)诱发更大的 N170 波幅(Bentin, Allison, Puce, Perez, & McCarthy, 1996)。近期研究表明

N170可能敏感于情绪面孔的探测。例如，恐惧面孔比中性面孔诱发了更负的N170成分(Blau, Maurer, Tottenham, & McCandliss, 2007; Leppänen, Moulson, Vogel-Farley, & Nelson, 2007; Pegna, Darque, Berrut, & Khateb, 2011; Schyns, Petro, & Smith, 2007)。然而，也存在不一致的声音，有研究发现 N170 与情绪面孔的加工也可能无关(Eimer, Kiss, & Holmes, 2008; Kiss & Eimer, 2008)。在 200~300 ms 左右位于枕颞区的早期后部负电位(Early Posterior Negativity, EPN)，也受到面孔情绪的影响(侯牧，李雪榴，叶春，李红，2014)。研究发现，情绪面孔比中性面孔诱发更负的 EPN 波幅(Pegna, Landis, & Khateb, 2008; Schupp, Junghöfer, Weike, & Hamm, 2004)。对于 300 ms 之后的晚期正成分(Late Positive Potential, LPP)，负性表情比正性表情诱发的波幅更大(Hietanen & Astikainen, 2013; Wild-Wall, Dimigen, & Sommer, 2008)。

相比较而言，身体语言的研究近 10 年才兴起(de Gelder, 2006)。与面孔一样，身体动作与手势同样可以表达情绪信息。面孔主要依赖内部特征(嘴、眼睛、眉毛)传递情绪，而身体可以依赖其外部框架传递情绪，可以使人在更远的距离上判断其情绪信息(de Gelder & Hortensius, 2014)。身体的情绪信息可以被人类快速识别，表现在恐惧身体比中性身体诱发更正的 P1 波幅(张丹丹，赵婷，柳昀哲，陈玉明, 2015)。甚至，当面孔与身体情绪信息不匹配时，在 P1 阶段能被大脑探测到这一不匹配信息(Meeren, van Heijnsbergen, & de Gelder, 2005)。在随后的加工阶段，未发现 N170 波幅受到身体表情的影响(Stekelenburg & de Gelder, 2004; 张丹丹等, 2015)。对于晚期 LPP 成分，恐惧身体比中性身体诱发了更正的波幅(张丹丹等, 2015)。

在本文实验 3 中，我们将采用 ERP 技术探讨赢分和输分后的面孔表情和身体表情识别的神经机制，研究赢分和输分后的面孔表情与赢分和输分后的身体表情在各个加工阶段脑内加工进程的异同，为实验 1 及实验 2 所发现的行为学表现寻找脑科学证据。

根据已有文献提供的证据(Matsumoto & Willingham, 2006; Aviezer et al., 2012)，本研究对三部分实验结果提出以下预期：1) 实验 1 预期观测到与 Aviezer 等人相似的结果：身体比面孔能够提供更有效的效价区分信息；2)实验 2 中，面孔可能含有多种类型的情绪，赢分面孔和输分面孔条件下可能含有一些相同效价的情绪内容，既包括正性类型的情绪内容(如快乐)，也包括一些负性类型的情绪内容(如悲伤、厌恶等)，导致对面孔效价的判断无法做出统一的归类(是正性还是负性)；相反地，身体传递的效价信息可能更为明确，赢分身体更多地被知觉为正性类的情绪，输分身体更多地被知觉为负性类的情绪，因此对身体效价的区分可能相对容易；3)实验 3 中，如前所述(Zhang et al., 2014; 侯牧等, 2014), P1 成分反映了情绪信息的自动加工或快速加工, N170 成分反映了对客体的结构编码, EPN 反映了对情绪信息的选择性注意, LPP 成分反映了情绪的高级认知加工和精细加工。如果与 Aviezer 等人(2012)的观

点吻合，身体比面孔信息能提供更明确的情绪信息，则从脑电上观测到，面孔的赢分与输分之间可能不存在差异，而身体则存在情绪类型间的差异，表现在多个 ERP 成分上，如 P1、N170、EPN、LPP。

2 实验 1：运动员赢分与输分条件下面孔表情和身体姿势的效价和强度

2.1 实验目的

通过测量运动员赢分与输分条件下面孔表情和身体姿势的效价和强度，验证中国运动员的表情是否存在面孔效价的“非诊断性”和身体效价的区分性。

2.2 研究方法

2.2.1 被试

19 名在校大学生(女 9 名，年龄范围 17~22 岁，平均年龄为 18.89 岁，*SD* = 1.24)，被试均为右利手，视力或矫正视力正常。所有被试均自愿参加实验，实验结束后给予被试一定的报酬。

2.2.2 实验设计

刺激类型(面孔、身体)×情绪类型(赢、输)的被试内设计。因变量为图片的效价和肌肉强度评分。

2.2.3 实验材料和程序

运动员的情绪图片共 60 张(30 张赢分和 30 张输分)，男女各半。图片的选取，参考了 Aviezer 等人(2012)的方法：通过百度和谷歌搜索引擎，关键词为“赢分反应”或“失分反应”，与“乒乓球”或“羽毛球”或“网球”组合搜索，共搜索到与主题相关的图片约 300 张左右。通过一定的筛选标准，获得本文所使用的实验材料。图片筛选标准如下：图片包含面孔和身体信息；图片清晰度较高；比赛赢分或输分后短时间(约 1 分钟)内的情绪反应，如果图片为比赛过程中的，或者赢分或输分后较长时间后的情绪反应(如运动员与他人拥抱、庆祝等)均不入选。判断图片为赢分或输分后短时间内的情绪图片，主要通过以下信息确认：1)运动员在比赛场地内；2)手中仍握有乒乓球、羽毛球或网球；3)查看图片来源网页记者对该图片的说明，如“王浩赢分后反应”。对筛选的 60 张图片，通过 Photoshop 软件，将面孔部分从原图中抠出，形成 60 张面孔图片；以及用椭圆形灰色块遮住面部信息，形成 60 张身体图片。刺激呈现在 21 寸的 CRT 显示器上(60 Hz 刷新率)。被试距离屏幕大约 100 cm。面孔图片的视角是为 3.4°×3.4°，身体图片的视角为 5.7°×5.7°。

实验采用 E-Prime 软件(Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA)呈现刺激与收集行为反应数据。实验流程图见图 1，每个 trial 中，实验刺激和下方的 1~9 评分量表同时呈现。下

方的评分表，分别为情绪愉悦度效价 1~9 判定表(1 为非常消极，2 为消极，3 为比较消极，4 为轻微消极，5 为中性，6 为轻微积极，7 为比较积极，8 为积极，9 为非常积极)或者是强度效价 1~9 判定表(1 为强度非常低，5 为中间值，9 为强度非常高)。在每个试次中，要求被试从 1~9 中选择一个合适的数字对图片判断效价，按键后，再对同一图片选择 1~9 中合适的数字判断强度，开始下一个试次。实验包括面孔识别和身体识别两部分，每部分含有 60 个试次，每张图片呈现 2 次，图片随机呈现。

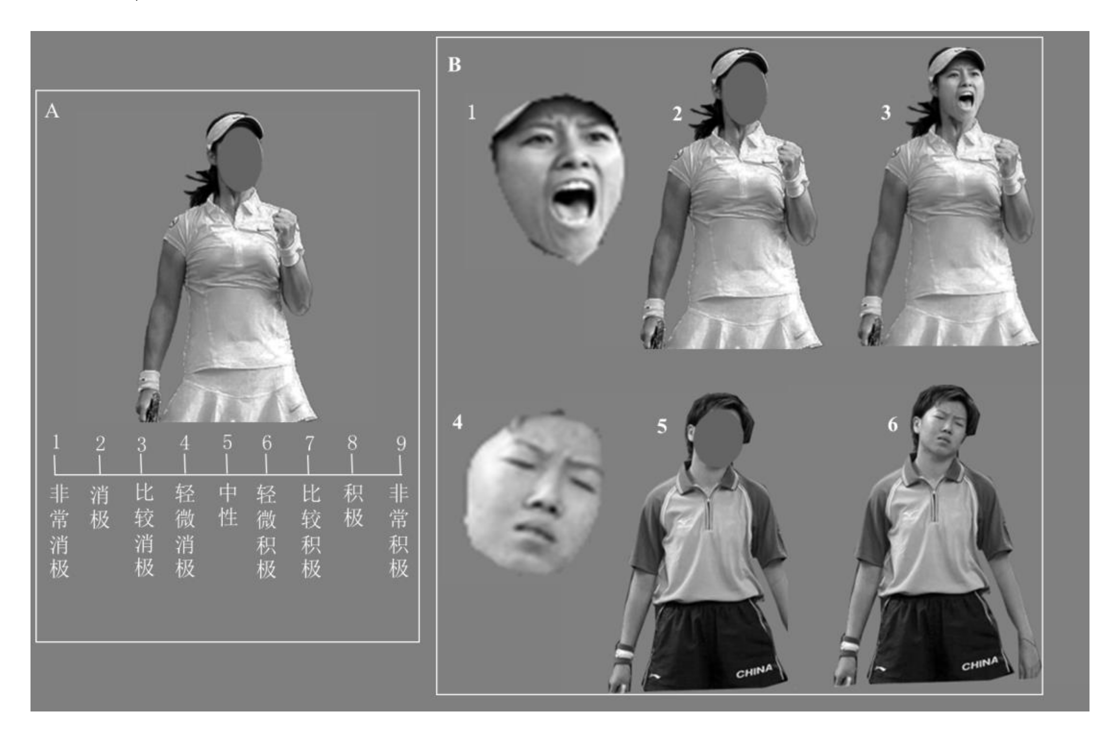


图 1　实验 1 流程图

注：A:实验流程示例; B:实验材料示例, 1 为赢分面孔, 2 为赢分身体, 3 为赢分原始图片, 4 为输分面孔, 5 为输分身体, 6 为输分原始图片

2.3　结果和分析

统计分析采用 SPSS 17.0 (IBM, Somers，美国)。被试对图片的效价和强度评分结果见图 2。在效价判断任务中，对效价评分进行刺激类型(身体 vs.面孔)×情绪类型(赢分 vs.输分)重复测量方差分析，结果发现刺激类型的主效应显著，$F(1,18) = 71.62$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.799$，身体的效价(平均数±标准误, 5.93 ± 0.17)高于面孔的效价(4.71 ± 0.15)。情绪类型的主效应显著，$F(1,18) = 124.95$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.874$，赢分图片的效价(6.45 ± 0.21)高于输分图片的效价(4.20 ± 0.13)。刺激类型与情绪类型的交互作用显著，$F(1,18) = 14.50$, $p < 0.005$, $\eta_p^2 = 0.446$，简单效应的分析发现，无论是面孔，还是身体，赢分图片的效价均高于输分图片的效价(面孔：赢分 5.57 ± 0.23，输分 3.86 ± 0.13, $p < 0.001$；身体：赢分 7.33 ± 0.23，输分 4.54 ± 0.20, $p <$

0.001)。本文对面孔条件和身体条件下输分与赢分之间的差异，进行了配对样本 T 检验，结果显示，$t\ (18) = -3.81, p < 0.005$, *Cohen'd* = 0.87。结果表明，赢分与输分之间的效价差异在身体条件下更大(“赢分”–“输分”，身体：2.79 ± 0.27，面孔：1.70 ± 0.22)。说明中国运动员的赢分或输分表情，即存在面孔效价的“诊断性”，也存在身体效价的区分性，但身体姿势对赢分和输分的效价区分性要大于面孔表情。

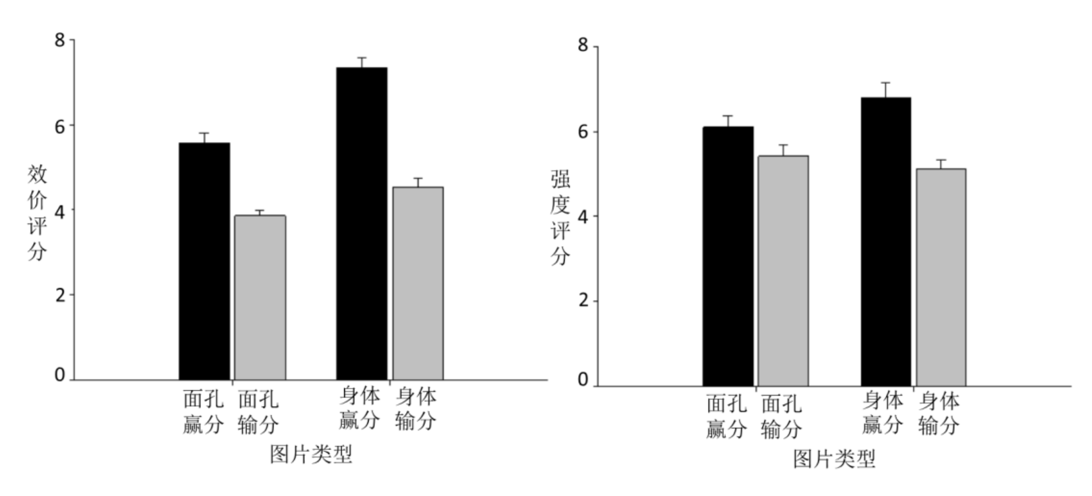


图 2　实验 1 效价和强度的评分结果

在强度判断任务中，对强度评分进行重复测量方差分析，结果发现刺激类型的主效应不显著，$F(1,18) = 0.68$, $p = 0.42$。情绪类型的主效应显著，$F(1,18) = 26.83$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.598$，赢分图片的强度(6.45 ± 0.28)高于输分图片的强度(5.27 ± 0.21)。刺激类型与情绪类型的交互作用显著，$F(1,18) = 17.35$, $p < 0.005$, $\eta_p^2 = 0.491$，简单效应的分析发现，无论是面孔，还是身体，赢分图片的强度均高于输分图片的强度(面孔：赢分 6.10 ± 0.27，输分 5.42 ± 0.27，$p < 0.01$；身体：赢分 6.79 ± 0.36，输分 5.12 ± 0.22, $p < 0.001$)。本文对面孔条件和身体条件下，输分与赢分之间的强度差异进行了配对样本 t 检验，结果显示，$t\ (18) = -4.17$, $p < 0.005$。结果表明，赢分与输分之间的强度差异在身体条件下更大(“赢分”–“输分”，身体：1.67 ± 0.28，面孔：0.68 ± 0.22)。说明面孔表情和身体姿势对中国运动员赢分或输分的表情强度均具有较好的区分性，但身体姿势对赢分或输分强度区分性要大于面孔表情。

实验 1 结果表明，在效价和强度两个维度上，均可以将赢分和输分图片区分开来。与 Aviezer 等人(2012)研究的相同之处有两点：(1)身体图片可以提供有效的情绪信息，相比输分图片，赢分图片的效价更加积极，肌肉强度更大，验证了中国运动员的表情存在身体效价的区分性；(2)从强度维度上，赢分面孔比输分面孔的强度更大。不同之处在于，Aviezer 等人发

现的面孔效价的“非诊断性”并未得到验证。本研究发现，面孔传递的情绪效价信息并非没有区分性，输分面孔比赢分面孔的评价更加消极，表明中国运动员的面孔表情可以传递一定的输或赢的情绪信息。那么，赢分图片与输分图片到底在传递什么样的情绪，面孔和身体所传递的情绪是否有所差别，实验 2 的行为实验将对该问题进行进一步的探讨。

3 实验 2：运动员赢分和输分后面孔表情和身体姿势的情绪类型

3.1 实验目的

通过分析运动员赢分和输分后面孔表情和身体姿势的情绪类型，探讨面孔表情效价的低区分性和身体表情效价的高区分性的原因。

3.2 研究方法

3.2.1 被试

16 名在校大学生(女 15 名，年龄范围 18~21 岁，平均年龄为 19.56 岁，*SD* = 0.81)，被试均为右利手，视力或矫正视力正常。所有被试均自愿参加实验，试验结束后给予被试一定的报酬。

3.2.2 实验设计

刺激类型(面孔、身体)×情绪类型(赢、输)的被试内设计。因变量为图片的情绪类型的百分比。

3.2.3 实验材料和程序

实验材料与实验 1 相同。图 3 为实验 2 流程图，每个 trial 中，实验刺激和下方的 1~6 量表同时呈现。下方的量表，分别为情绪类型和指定的按键(1-中性，2-快乐，3-悲伤，4-愤怒，5-恐惧，6-厌恶。要求被试从 1~6 中选择一个合适的数字判断图片表达的情绪类型，按键后图片消失，开始下一个试次。实验共有两个部分，第一部分实验材料为面孔图片，第二部分实验材料为身体图片，每部分含有 60 个试次，每张图片呈现 1 次，图片随机呈现。

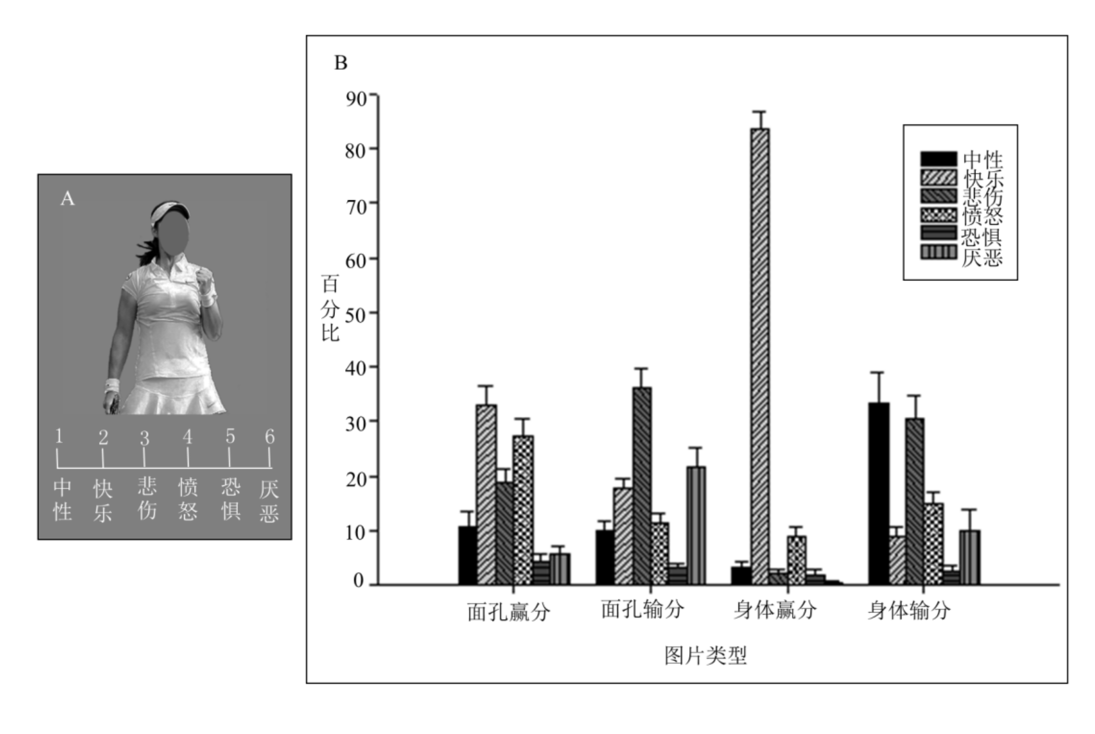


图 3 实验 2 流程图(A)和情绪类型判断结果(B)

3.3 结果和分析

表 1 不同实验条件下情绪类型判断的百分比 (平均数 ± 标准差)

条件	中性	快乐	悲伤	愤怒	恐惧	厌恶	$\chi^2(df)$	p
面孔赢分	10.83±10.24	32.92±14.33	18.75±10.47	27.29±12.09	4.38±5.10	5.83±5.20	41.12(5)	< 0.001
面孔输分	10.00±7.17	17.71±6.64	36.04±14.30	11.46±6.87	3.13±3.81	21.67±13.33	40.04(5)	< 0.001
身体赢分	3.33±3.54	83.54±11.69	2.08±3.51	8.75±6.76	1.88±4.24	0.42±1.10	257.70(4)	< 0.001
身体输分	33.33±21.95	8.96±7.04	30.42±16.02	14.79±9.05	2.50±4.49	10.00±14.29	44.24(5)	< 0.001

被试对图片情绪类型的判断结果见表 1 和图 3。为了考察图片表达的情绪是否唯一或者多样化，采用卡方检验分别对 4 种条件下(面孔赢分、面孔输分、身体赢分、身体输分)的 6 种情绪类型的百分比进行了比较。结果发现，4 种实验条件下卡方检验的结果均极其显著，*ps* < 0.001。结果表明，被试在不同条件下感知到的情绪内容存在显著差异。面孔赢分条件下，报告频率较高的(大于 15%)的情绪依次为快乐(32.92%)、愤怒(27.29%)、悲伤(18.75%)，面孔输分条件下，报告频率较高的的情绪依次为悲伤(36.04%)、厌恶(21.67%)、快乐(17.71%)。身体赢分条件下，报告频率最高的的情绪为快乐(83.54%)，其它情绪类型所占百分比均小于 9%。身体输分条件下，报告频率较高的的情绪依次为中性(33.33%)、悲伤(30.42%)。

4 种条件的比较分析发现，赢分身体传递的情绪较为单一，更高频率地被知觉为快乐。

从行为上看，胜利者的肢体动作常表现出举起的手臂，紧握的拳头。其它三种条件下，感知到情绪内容比较多样化。对于面孔刺激，赢分和输分图片既感知到正性情绪(如快乐)也包含负性情绪(如愤怒、悲伤、厌恶)。当被试对面孔图片进行积极或消极的效价评价时，赢分与输分之间的效价差异相对较小，这为 Aviezer 等人(2012)研究中面孔对效价的“非诊断性”提供了可能的解释。相反地，身体传递情绪类型较为单一，赢分身体更多地被感知为积极情绪，输分身体更多的被感知为悲伤和中性情绪，从效价评分上看，更容易得出赢分与输分效价得分的差异。

通过实验 1 和实验 2 可以发现，相比基本的 6 种情绪(快乐、悲伤、厌恶、恐惧、惊喜、愤怒)，本研究中的运动员赢分和输分后的表情，传递的情绪并非单一，而是更加复杂和多样化。那么，人类的大脑又是如何来感知“赢”和“输”？对于分辨赢分和输分面孔，面孔表情的低区分性和身体表情的高区分性，是否有着类似的神经机制，实验 3 将通过 ERP 技术考察该问题。

4 实验 3：运动员赢分与输分后面孔表情和身体姿势情绪加工的神经机制

4.1 被试

16 名在校大学生(女 11 名，年龄范围 18~26 岁，平均年龄为 20.56 岁，*SD* = 2.39)，被试均为右利手，视力或矫正视力正常。实验前均被告知了实验目的，并签署了知情同意书。实验通过单位伦理委员会批准。

4.2 实验材料及程序

高强度情绪图片共 80 张(40 张赢分和 40 张输分)，男女各半。为了增加每种实验条件下的叠加试次数和减少每张图片的重复次数，相比实验 1 和实验 2 使用的 60 张图片，本部分脑电实验增加了 20 张图片(10 张赢分和 10 张输分)。图片的获取方法与实验 1 相同。总的来说，实验共有 160 张图片：40 张赢分面孔、40 张输分面孔、40 张赢分身体、40 张输分身体。由未参与脑电实验的 20 名被试对这 160 张图片进行效价和强度的评分(评分程序与实验 1 相同)，结果发现，赢分面孔效价为 4.57 ± 0.22，强度为 5.28 ± 0.19；输分面孔效价为 3.44 ± 014，强度为 5.08 ± 0.22；赢分身体效价为 7.17 ± 0.14，强度为 6.33 ± 0.19；输分身体效价为 4.23 ± 0.13，强度为 3.84 ± 0.17。所有材料以相同的对比度和亮度呈现在黑色背景上。刺激呈现 21 寸的 CRT 显示器上(100 Hz 刷新率)。被试距离屏幕大约 90 cm。每张图片的视角是为 5.7°× 5.7°。

实验采用 E-Prime 软件呈现刺激与收集行为反应数据。实验包括两部分：面孔实验(只有面孔刺激)与身体实验(只有身体刺激)。实验流程见图 4。首先在屏幕上正中央呈现一个注

视点 500 ms，间隔 400 ms 到 600 ms 的空屏后，呈现目标刺激(面孔图片或身体图片) 800 ms。然后再呈现空屏 2000 ms，被试做完反应后空屏消失。当空屏出现时，被试需要对目标刺激的情绪效价作出判断，是积极还是消极；如果是积极，左手食指按“F”键，如果是消极，右手食指请按“J”键。按键反应在被试间进行了平衡，另一半被试作出相反按键。在下个 trial 出现之前，还有 500 ms 的间隔空屏。

面孔图片实验或身体图片实验，每部分均包括 6 个组块(block)，每个组块 40 个试次。每个组块中，含有两种条件：赢分、输分，概率相同且随机出现。在整个实验中，每张图片重复呈现 3 次，即每种条件下(赢分或输分)120 个试次。面孔与身体实验的顺序在被试间平衡。

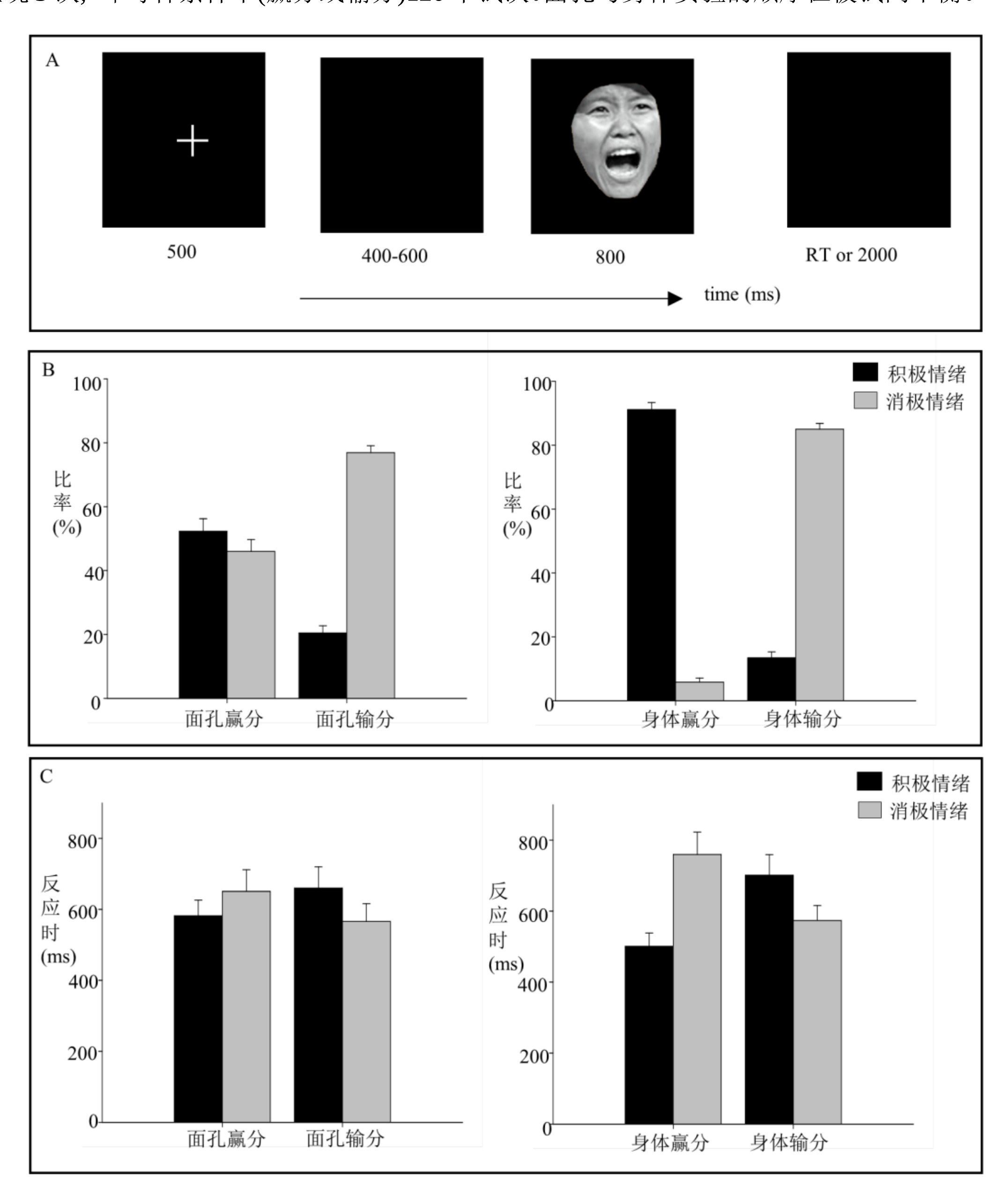


图 4　实验 3 流程图(A)和行为结果(B 为反应类型所占比率的结果, C 为反应时结果)

4.3 数据采集及分析

使用美国 NeuroScan 脑电设备公司生产的 64 导脑电记录与分析系统(NeuroScan 4.5)。电极帽按国际 10-20 系统扩展的 64 导电极排布，以左侧乳突作为参考电极。双眼外侧安置电极记录水平眼电(HEOG)，左眼上下安置电极记录垂直眼电(VEOG)。每个电极处的头皮电阻保持在 5 kΩ 以下。采样频率为 1000 Hz/导。完成连续记录 EEG 后离线(off line)处理数据。水平和垂直眼电利用 Neuroscan 软件(Scan 4.5)内置的回归程序去除。数字滤波为 0.1~30 Hz，并转为全脑平均参考，以± 50 μV 为标准充分排除其他伪迹。

为研究情绪图片刺激(面孔情绪图片或身体情绪图片)诱发的脑电成分，ERP 分析锁时于情绪图片刺激呈现(Onset)的时间点，分析时程为刺激呈现前 100 ms 到刺激呈现后 800 ms，刺激呈现前 100 ms 至 0 ms 为基线。本实验主要分析 P1、N170、EPN 和 LPP 成分，采用平均波幅的方法。电极点 PO7 和 PO8 被用来分析 P1 (90~110 ms)、N170 (150~170 ms)和 EPN 成分(230~260 ms)；电极点 P3, Pz, P4 用来分析 LPP 成分(300~550 ms)。

4.4 统计分析方法

描述性统计量表示为均值±标准误。在行为数据的结果统计中，主要分析反应类型(积极或消极)的比率和反应时。每种实验条件下，反应类型所占比率的计算方式为：反应次数/总次数，如面孔赢分条件下，一共 120 个试次, 80 次判断为“积极”, 40 次判断为“消极”。那么积极反应的比率为：80/120 = 0.67，消极反应的比率为 40/120 = 0.33。被试未做按键反应的次数不纳入统计分析。统计方法采用三因素重复测量方差分析，刺激类型(面孔、身体)×情绪类型(赢分、输分) ×反应类型(积极、消极)。在脑电数据的统计分析中，对 P1、N170、EPN 和 LPP 的平均波幅进行三因素重复测量的方差分析，刺激类型(面孔、身体)×情绪类型(赢分、输分)×电极。方差分析的 P 值采用 Greenhouse Geisser 法校正，多重比较选择 Bonferroni 方法。脑电地形图由 64 导数据得出(见图 5)。

4.5 结果

4.5.1 行为结果

每种条件下被评价为积极情绪和消极情绪的比率见图 4。反应类型的主效应显著[F(1,15) = 7.36, p =0.016, η_p^2 = 0.33]，图片被评为消极情绪的比率(0.44 ± 0.02)大于被评为积极情绪的比率(0.53 ± 0.02)。刺激类型和反应类型的交互作用显著[F(1,15) = 53.77, p < 0.001, η_p^2 = 0.78]，当刺激为面孔时，图片被评为消极情绪的比率(0.61 ± 0.03)大于被评为积极情绪的比率(0.36 ± 0.03, p < 0.001)，相反地，当刺激为身体时，图片被评为积极情绪的比率(0.52 ± 0.02)大于

被评为消极情绪的比率(0.45 ± 0.01, $p < 0.01$)。情绪类型和反应类型的交互作用显著[$F(1,15) = 472.30$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.97$]，当刺激为赢分图片时，被评为积极情绪的比率(0.72 ± 0.03)大于被评为消极情绪的比率(0.26 ± 0.02, $p < 0.001$)，当刺激为输分图片时，图片被评为消极情绪的比率(0.81 ± 0.02)大于被评为积极情绪的比率(0.17 ± 0.02, $p < 0.001$)。更为重要的是，刺激类型、情绪类型和反应类型的三重交互作用显著[$F(1,15) = 244.59$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.94$]，简单效应分析发现，在面孔赢分条件下，积极情绪的比率(0.52 ± 0.04)与消极情绪的比率(0.46 ± 0.04, p =0.42)之间差异不显著，其它三类条件下，两种反应比率均存在显著差异，$ps < 0.001$。面孔输分条件下，消极情绪的比率(0.77 ± 0.02)大于积极情绪的比率(0.20 ± 0.02)；身体赢分条件下，积极情绪的比率(0.91 ± 0.02)大于消极情绪的比率(0.06 ± 0.01)；相反地，身体输分条件下，消极情绪的比率(0.85 ± 0.02)大于积极情绪的比率(0.13 ± 0.02)。刺激类型主效应、情绪类型主效应、刺激类型和情绪类型的交互作用均不显著($ps > 0.2$)。

在反应时结果上(见图 4)，刺激类型、情绪类型与反应类型的主效应均不显著($ps > 0.05$)。刺激类型和反应类型的交互作用显著[$F(1,15) = 14.81$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.50$]，当刺激为面孔图片时，被评为积极情绪的反应时(621.1 ± 50. 9 ms)与消极情绪的反应时没有显著性差异(608.3 ± 54.6 ms, $p = 0.50$)，相反地，当刺激为身体图片时，被评为积极情绪的反应时(601.2 ± 44.5 ms)快于被评为消极情绪的反应时(666.7 ± 49.2 ms, $p < 0.01$)。情绪类型和反应类型的交互作用显著($F(1,15) = 23.91$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.61$)，当刺激为赢分图片时，被评为积极情绪的反应时(541.6 ± 35.6 ms)快于被评为消极情绪的比率(705.1 ± 59.4 ms, $p < 0.001$)，当刺激为输分图片时，被评为消极情绪的反应时(680.7 ± 55.5 ms)大于被评为积极情绪的比率(569.9 ± 41.7 ms, $p < 0.005$)。更为重要的是，三重交互作用显著[$F(1,15) = 14.19$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.49$]，简单效应分析发现，当反应类型与图片的情绪类型的效价一致时，反应时较短。具体表现在，面孔赢分条件下，评价为积极情绪的反应时(582.1 ± 43.9 ms)快于消极情绪的反应时(650.6 ± 60.7 ms, $p < 0.05$)；面孔输分条件下，评价为消极情绪的反应时(566.0 ± 50.2 ms)快于积极情绪的反应时(660.2 ± 59.5 ms, $p < 0.005$)；身体赢分条件下，评价为积极情绪的反应时(501.2 ± 37.0 ms)快于消极情绪的反应时(759.6 ± 63.2 ms, $p < 0.001$)；身体输分条件下，评价为消极情绪的反应时(573.8 ± 41. 8 ms)快于积极情绪的反应时(701.1 ± 58.1 ms, $p < 0.005$)。

为了评估被试辨别图片情绪的能力，辨别力指数 d' (Macmillan & Creelman, 2004)在本研究中被使用。d'的计算是基于在赢分图片被判断为积极情绪(击中率)与输分图片被判断为积极情绪(虚报率)。单样本 t 检验结果发现，面孔条件下，平均 d' ($M = 0.65$, $SD = 0.24$)及身体条件下平均 d' ($M = 1.89$, $SD = 0.38$)与 0 差异均极其显著[面孔：$t(15) = 10.77$, $p < 0.001$, Cohen' d

= 2.71; 身体：t (15) = 19.91, $p < 0.001$, Cohen' d = 4.97]。结果表明，被试对图片情绪的辨别能力，无论面孔还是身体条件下，均处在概率水平以上。

4.5.2 ERP 结果

对身体及面孔刺激诱发脑电成分(P1、N170、EPN 和 LPP)的平均波幅进行三因素重复测量的方差分析，刺激类型(面孔 vs 身体)×情绪类型(赢 vs 输)×电极，结果发现：

P1

电极的主效应显著[F(1,15) = 6.84, p = 0.02, η_p^2 = 0.31]，右侧 PO8 电极点的波幅值(4.77 ± 0.92 μV)大于左侧 PO7 电极点的波幅值(3.55 ± 0.84 μV)。刺激类型与情绪类型的主效应及变量间的交互作用均不显著(ps > 0.05)。

N170

刺激类型的主效应显著[F(1,15) = 36.12, $p < 0.001$, η_p^2 = 0.71]，面孔(−10.54 ± 1.42 μV)比身体(−5.62 ± 1.22 μV)诱发更负的 N170 波幅。刺激类型与情绪类型的交互作用显著[F(1,15) = 6.66, p = 0.021, η_p^2 = 0.31]。简单效应的分析发现(见图 6)，赢分身体(−6.09 ± 1.30 μV)比输分身体(−5.15 ± 1.15 μV)诱发更负的 N170 波幅($p < 0.005$)，而赢分(−10.48 ± 1.40 μV)与输分面孔(−10.59 ± 1.45 μV)之间无显著差异(p = 0.136)。电极的主效应、刺激类型和电极的交互作用、情绪类型和电极的交互作用以及刺激类型、情绪类型和电极的三重交互作用均不显著(ps > 0.05)。

EPN

刺激类型的主效应显著[F(1,15) = 64.81; $p < 0.001$; η_p^2 = 0.812]，面孔(−0.88 ± 1.30 μV)比身体(2.69 ± 1.25 μV)诱发更负的 EPN 波幅。情绪类型与电极的交互作用显著[F(1,15) = 32.45; $p < 0.001$; η_p^2 = 0.68]。简单效应分析发现，在 P07 电极点上，赢分(0.34 ± 1.28 μV)比输分(0.92 ± 1.26 μV)诱发更负的波幅，而在 PO8 电极点上，赢分(1.33 ± 1.44 μV)与输分(1.02 ± 1.41 μV)诱发的波幅没有显著差异。刺激类型与情绪类型的交互作用显著，F(1,15) = 9.49, $p < 0.01$, η_p^2 = 0.39。简单效应分析发现(见图 6)，输分面孔(−1.17 ± 1.28 μV)比赢分面孔(−0.60 ± 1.34 μV)诱发更负的 EPN 波幅($p < 0.05$)，相反，赢分身体(−2.27 ± 1.23 μV)比输分身体(−3.11 ± 1.28 μV)诱发更负的 EPN 波幅($p < 0.01$)。情绪类型的主效应、电极的主效应、刺激类型和电极的交互作用以及刺激类型、情绪类型和电极的三重交互作用均不显著(ps > 0.05)。

LPP

刺激类型的主效应显著[F(1,15) = 13.38, $p < 0.005$, η_p^2 = 0.47]，身体(5.73 ± 0.67 μV) 比面孔(4.60 ± 0.60 μV)诱发更大的 LPP 成分。情绪类型的主效应显著 [F(1,15) = 22.97, p <

0.001, $\eta_p^2 = 0.61$]，赢分图片(5.41 ± 0.63 μV)比输分图片(4.92 ± 0.61 μV)诱发更大的 LPP 成分(见图 7)。电极的主效应显著[$F(2,30) = 4.07$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.21$]，电极点 Pz (6.02 ± 0.62 μV)比电极点 P3 (4.60 ± 0.67 μV, $p < 0.01$))和 P4 (4.88 ± 0.77 μV, $p < 0.01$)诱发更大的 LPP 成分。所有二重和三重交互作用均不显著($ps > 0.05$)。

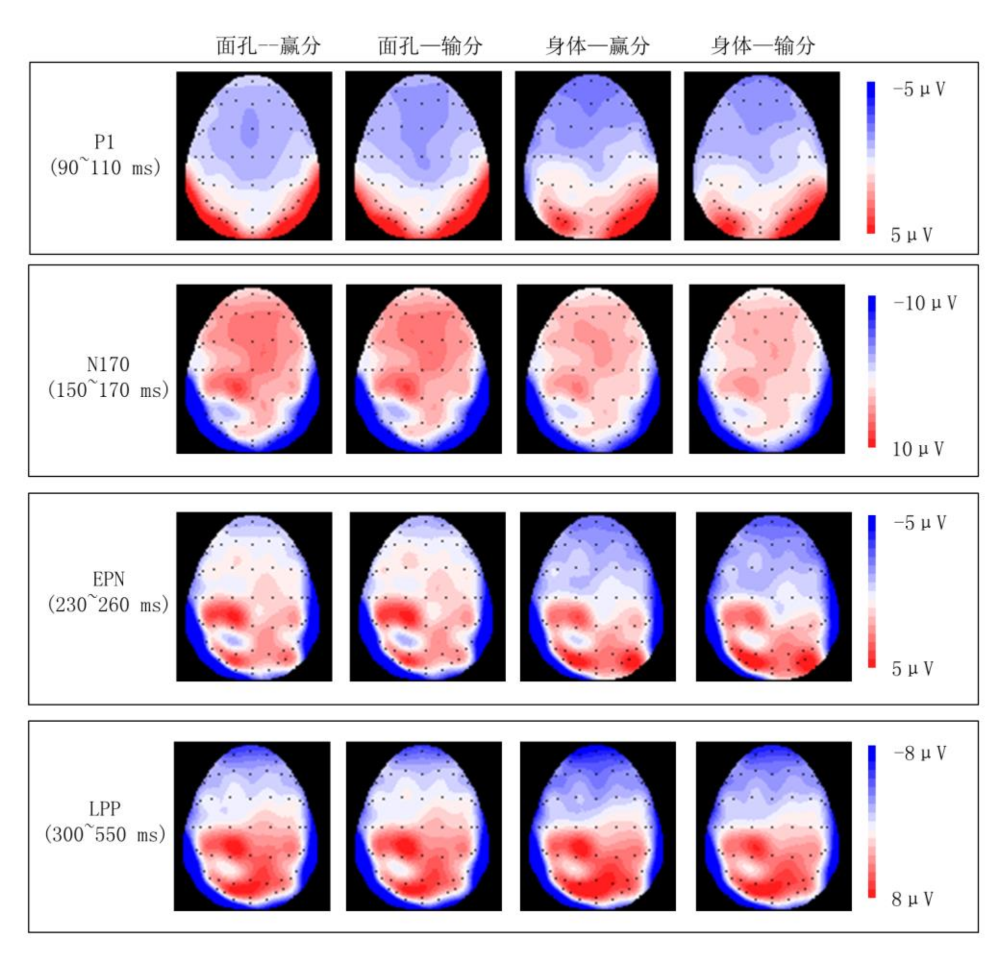


图 5　P1、N170、EPN 和 LPP 成分的地形图

注：彩图见电子版

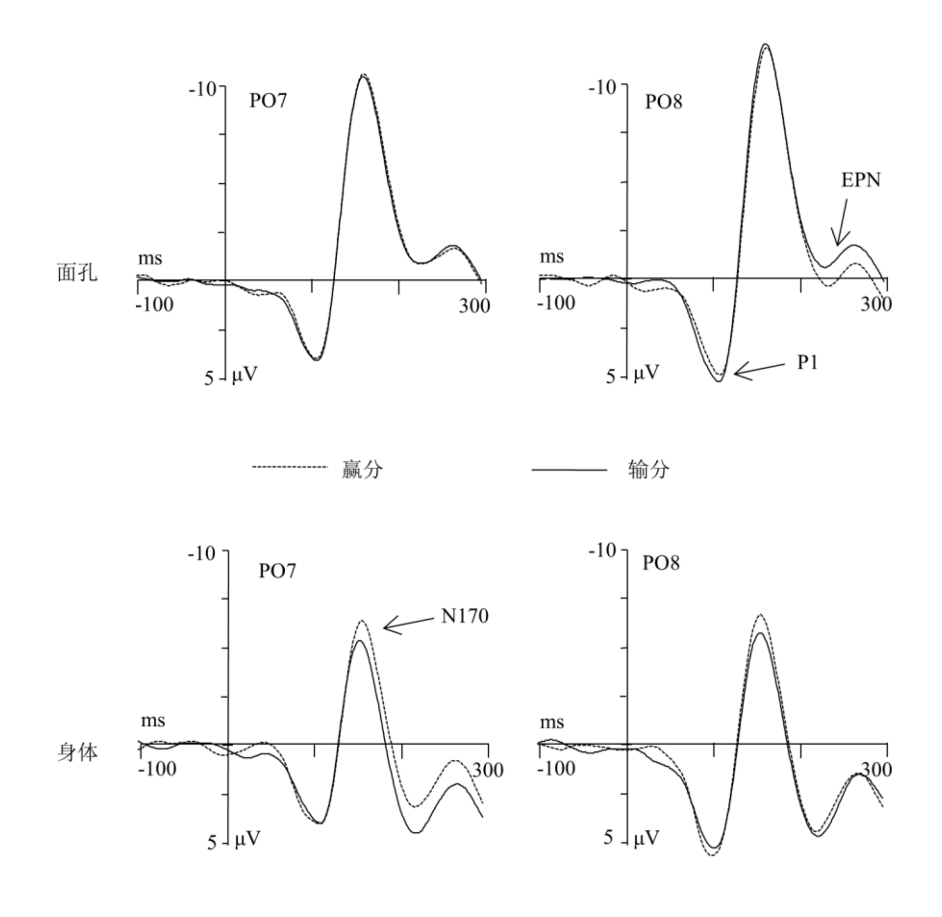


图 6　P1、N170 和 EPN 成分的 ERP 波形图

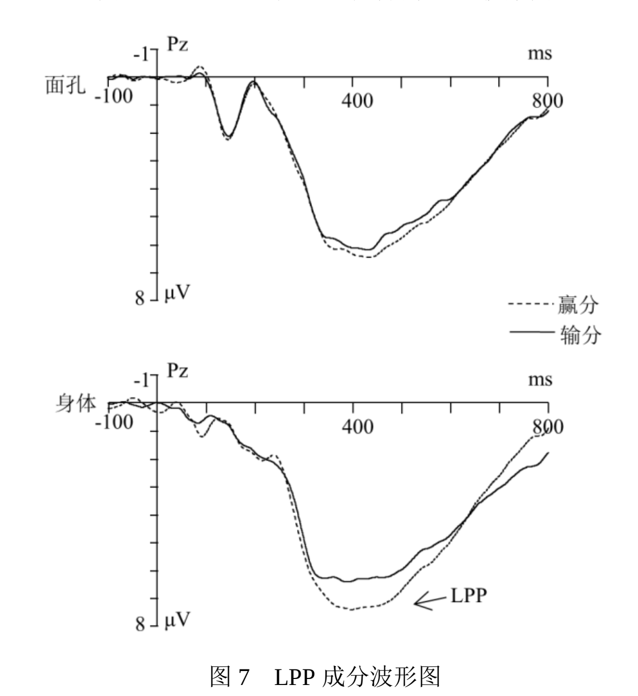


图 7　LPP 成分波形图

4.6　讨论

实验 3 从行为和脑电上验证了面孔表情和身体姿势情绪识别的不同。从行为结果看，身体比面孔能够被更明确地区分正负性情绪，这与 Aviezer 等人(2012)的观点是相同的，身体比面孔能提供更有效的情绪信息。同时，我们发现，面孔对情绪信息并非完全无诊断性，对面

孔情绪的判断处于概率水平以上，如输分面孔更多地被评价为消极情绪。但是，赢分面孔被评价为积极情绪和消极情绪的概率无显著差异。

在 ERP 结果上，面孔表情和身体姿势这两类不同的情绪载体诱发的脑电波形存在不同。首先，与已有的研究一致(Bentin et al., 1996; Righart & de Gelder, 2007)，相比身体图片，面孔图片诱发了更大的 N170 波幅，N170 成分可能更加敏感于面孔的结构编码加工。其次，面孔比身体诱发了更负的 EPN 成分。EPN 反映了知觉编码完成后，视觉皮层对情绪信息给予进一步的选择性注意(Schupp, Flaisch, Stockburger, & Junghöfer, 2006)。本文结果显示，在 N170 知觉编码阶段，大脑完成了对赢分身体和输分身体的区分，可能在此后 EPN 阶段，大脑给予身体图片的加工分配了较面孔加工更少的注意资源，导致身体图片对应的 EPN 波幅较小。在较晚期的加工阶段，身体比面孔诱发了更大的 LPP 成分。一般来说，LPP 成分与刺激的评估与分类有关(Kutas, McCarthy, & Donchin, 1977; Pritchard, 1981)，同时，与投入的心理资源也存在一定的关系(Kok, 1997)。本文结果显示，大脑对携带有更明确情绪的身体图片进行了更深入的加工，进一步评估与效价有关的更细致的信息，并将不同情绪种类的图片区分开。

除了面孔和身体诱发 ERP 波形不同之外，本文更关心的是面孔表情和身体姿势影响赢分情绪和输分情绪加工机制的不同。本文发现，面孔图片上，输分面孔比赢分面孔诱发了更负的 EPN 波幅。对于身体图片，同样发现了输分和赢分图片的差异，表现在多个 ERP 成分上，如 N170、EPN 和 LPP。ERP 结果为行为结果提供了解释，行为学所发现的身体的正负性情绪能够更明确地被区分开来，这可能来源于大脑对赢分身体和输分身体多阶段有区别的加工。我们将在总讨论部分对此深入讨论。

5 总讨论

本文研究了面孔和身体在运动员赢分和输分两种情绪条件下的加工。实验 1 和实验 3 的行为结果发现，中国运动员的表情存在面孔表情效价的低区分性和身体表情效价的高区分性，相比面孔条件，身体条件下赢分与输分图片之间的效价差异较大，身体赢分图片被评价为积极情绪，身体输分图片被评价为消极情绪。实验 2 的结果发现，面孔表情比身体姿势传递的情绪更加复杂和多样化。同时，在脑电上，身体条件下，在多个 ERP 成分上存在赢分与输分图片的差别。

5.1 面孔表情的情绪多样性和身体姿势的情绪单一性

三个实验的行为数据表明，身体比面孔能够更加明确地被判断出效价的正负性，可能源于面孔表情传递的情绪多样性和身体姿势传递的情绪较为单一性。实验 2 结果发现，运动员的面孔可能传递着更多样化的情绪，如赢分面孔较高频率被感知的情绪有快乐、愤怒、悲伤，

输分面孔较高频率被感知的情绪有悲伤、厌恶、快乐。相对而言，身体表达的情绪较为单一，尤其是赢分身体，最显著的情绪为高兴，输分身体偏向悲伤和中性情绪。

相比输分情景下的面孔，赢分面孔所传递的情绪更加复杂，甚至存在与图片所处的情景效价相反的情绪，如实验 2 中，赢分面孔下，消极情绪的概率为 55% (悲伤、愤怒、恐惧和厌恶四种比率的总和)，积极情绪的概率为 33%。也就是说，赢分后存在多种类型的情绪反应，既有正性情绪，又有负性情绪。本文作者参考了 2016 年里约奥运会男单羽毛球决赛和女单乒乓球决赛时录像，发现运动员(谌龙、丁宁)在赛点赢分后的即刻情绪反应，是与情景比较一致的，例如会高举双手，朝天呐喊，挥舞手臂，表达一种愉悦的胜利情绪，然而几秒之后，运动员则激动流泪，甚至跪地痛哭。赢分后情绪反应的多样性导致了面孔效价的划分变得困难，这与实验 3 中赢分面孔被评价为积极情绪和消极情绪的比率无显著差异是一致的。实验 1 中，赢分面孔的效价均值为 5.57 分，相比 5 分为中性情绪，赢分面孔不具有非常明确的正负性效价信息。然而，Aviezer 等人(2012)以及 Wang, Xia 和 Zhang (2017)研究表明，当呈现一张完整的赢分图片(包含面孔和身体信息)时，赢分图片的效价为 7 分左右，表明在身体信息辅助的情况下，赢分面孔更偏向于判断为积极情绪。

在对运动员赢分或输分的情绪判断中，身体姿势比面孔表情存在一定的优势。研究表明，人类情绪效价的判断与趋近和回避动机系统有关，如正性情绪引起趋近反应，负性情绪引起回避反应，而趋近和回避行为可以反映在身体姿势中(Xiao, Li, Li, & Wang, 2016)。趋近动机可以从伸展、张开或向前身体动作中推测出来(本研究中的赢分身体)，而回避动机可以从弯曲、闭合、向下或向后的身体动作中推测出来(本研究中的输分身体)。在情绪感知中，人们会整合来自多通道的情绪信息，如面孔、身体、声音(Bogart, Tickle-Degnen, & Ambady, 2014)。至于哪个通道的信息在情绪感知上更具有优势，可能取决于各通道信息的清晰程度。在本研究中，赢分或输分情绪对于运动员来说，情绪体验比较强烈，面孔传递的情绪不够明确，身体姿势传递的情绪相对清晰，因此身体姿势在情绪表达上可能发挥着更大的作用。

总的来说，从情绪识别的角度看，1)对于评估运动员所处的真实情景，身体姿势比面孔表情似乎更能提供与其情景一致的信息；2)相比输分面孔，赢分面孔传递的情绪更加复杂，不能明确地推测出运动员输赢情况。

5.2 赢分和输分情绪加工的神经机制

(1) 早期 P1 阶段，无法识别运动员的情绪信息

在脑电结果上，本文从情绪加工的三阶段理论(W. Luo et al., 2010; Zhang et al., 2014)，分析和解释赢分情绪和输分情绪的脑内时程变化过程。在情绪的第一加工阶段，P1 成分反映

了情绪信息的自动加工或快速加工(W. Luo et al., 2010)，在基本表情的研究中，相比中性刺激，威胁性面孔或身体会诱发更大的 P1 波幅(Zhang, Wang, & Luo, 2012；张丹丹等, 2015)。本文结果显示，无论是面孔还是身体，均未发现胜利和失败表情在 P1 成分上的区别，其原因可能有二。第一，可能是由于本文实验材料来源于真实的生活，传递的情绪内容相比基本表情更加复杂和多样化(实验 2)，导致大脑无法对该类刺激快速地自动化加工。第二，也可能是由于输分表情和赢分表情虽然强度很高，但是对于生存的威胁性程度较低，而 P1 成分对威胁性信息更加敏感，如恐惧面孔、恐惧身体、负性词语。

(2) 中期阶段，情绪载体的不同影响赢分和输分的识别

情绪加工的第二个阶段表现在 N170 和 EPN 成分(W. Luo et al., 2010; Zhang et al., 2014; 张丹丹，罗文波，罗跃嘉, 2013)。在身体条件下，胜利比失败表情诱发了更负的 N170 成分和 EPN 成分，而在面孔条件下，情绪效应仅反映在 EPN 成分上，失败比胜利表情诱发了更负的 EPN 波幅。N170 成分，反映了面孔或身体的结构编码，一般而言，面孔比非面孔刺激(如汽车、手、房子)诱发的 N170 波幅更大(Bentin et al., 1996; Eimer, 2000)。与此一致，本文实验 3 的结果发现，面孔比身体诱发了更大的 N170 波幅。更为重要的是，本文发现 N170 情绪效应出现在身体图片条件下。已有研究发现，身体姿势包含的动作因素影响 N170 波幅(Borhani, Borgomaneri, Làdavas, & Bertini, 2016; Borhani, Làdavas, Maier, Avenanti, & Bertini, 2015)，相比动作量少的图片，包含较多动作的身体刺激会诱发较大波幅。本文中，胜利的身体姿势呈现出一种展开的姿态，如高举的手臂或者紧握的拳头，传递着胜利的喜悦，而失败的身体姿势动作幅度较小，如低垂的手臂。因此，本文结果可能是由于胜利和失败的身体传递的动作不同导致的。相对比而言，赢分面孔或输分面孔之间无 N170 情绪效应，这可能有两个原因，第一，正如引言中提到，有关 N170 成分对面孔表情的识别是否敏感存在一定的争议，部分研究发现 N170 成分不受到面孔表情的影响(Eimer et al., 2008; Kiss & Eimer, 2008)。本文中面孔表情条件下无 N170 成分的情绪效应，也可能是由于 N170 成分不够敏感于面孔表情的探测。第二，赢分面孔或输分面孔具有情绪的复杂性和多样性，没有比较明确的区分性的动作，无法做出有效的情绪分类，即使 N170 成分对面孔表情识别具有一定的区分性，导致赢分面孔和输分面孔诱发的 N170 波幅也可能不存在显著差异。

EPN 反映了对情绪信息的选择性注意(侯牧等, 2014)，情绪性信息会比中性刺激诱发更负的 EPN 成分(Kissler & Herbert, 2013; Zhang et al., 2014)。在本文结果中，情绪效应在面孔与身体条件是相反的：在面孔条件下，失败表情的 EPN 更负，在身体条件下，胜利表情的 EPN 更负。学者们认为，ERP 的情绪效应，反映了在知觉编码完成后，视觉皮层对环境中的

情绪信息给予进一步的选择性注意(Schupp et al., 2006; 侯牧等, 2014)。本文结果表明，输分面孔比赢分面孔更能引起大脑的注意，而赢分身体比输分身体更能引起大脑的注意。也就是说，情绪的载体影响了不同情绪的加工。

(3) 晚期阶段，情绪信息的分类与更深入加工

在情绪加工的晚期，在 LPP 成分上存在情绪类型的主效应：无论面孔还是身体刺激，均发现赢分图片比输分图片诱发了更大的 LPP 波幅。一般来说, LPP 成分反映了刺激的深入加工与分类(Kutas et al., 1977; Pritchard, 1981)，也反映了人们投入心理资源的多少(Kok, 1997)。与本文研究结果一致，Olofsson 等人对与有关情绪图片的 ERP 研究进行了综述(Olofsson, Nordin, Sequeira, & Polich, 2008)，发现积极愉悦的刺激比非愉悦刺激会诱发更大 LPP 成分。本文结果中，赢分图片诱发的LPP波幅更大，一方面表明大脑在晚期加工阶段进一步将赢分与输分图片进行更深入加工和分类，另一方面表明大脑给予“赢”的情绪更多的注意力，这可能与人们在日常生活或者体育运动中对 “赢”有更多的期待有关。

5.3 研究不足与展望

本研究也存在某些不足，需要在未来的研究中加以完善。在实验 2，实验任务设置方面，要求被试对图片的情绪进行六选一(中性、快乐、悲伤、愤怒、恐惧、厌恶)的判断。但是，图片传递的情绪有可能含有更多的类型，例如，赢分运动员可能产生自豪、兴奋等情绪，输分运动员可能产生沮丧、懊恼、自责、羞愧、后悔等情绪，这些情绪可能是一种单一的情绪，也有可能是一种复合情绪。具体的情绪类型可能受到多种因素的影响，如运动员的人格特点、所处环境、比赛的重要程度等。在未来的研究中，可以对运动员本人和观众进行开放式调查，可能会存在哪些情绪类型，再进行相关的评价。

总的来说，本文对远动员赢分和输分后的情绪加工机制进行了探讨，揭示面孔和身体在传递情绪上存在的不同，有助于人们深入了解情绪脑的工作机制。同时，采用生活中的真实情绪刺激，扩展了人们对情绪识别的认识，加深了我们对面孔加工复杂性的理解。

6 结论

综上所述，本文在 Aviezer 等人的基础上，采用行为学和 ERP 技术，考察了远动员赢分和输分后的情绪类型和加工时程，回答了论文提出的三个问题。结果表明：

(1)从情绪识别的角度上，中国运动员的表情存在面孔表情效价的低区分性和身体表情效价的高区分性。对于评估运动员所处的真实情景，身体姿势比面孔表情似乎更能提供与其情景一致的信息。

(2)“面孔表情效价的低区分性和身体表情效价的高区分性”这一现象的原因，可能是由

于面孔和身体传递情绪内容的复杂程度不同，面孔含有的情绪更加复杂和多样化，身体传递的情绪信息更为单一。

(3)在脑内时间进程上，身体的情绪信息更早地被大脑识别到，表现在 N170 成分上。大脑对面孔的情绪识别表现在 EPN 成分上。在加工的后期，无论面孔还是身体，大脑均对赢分表情给予更多的注意。大脑在多个阶段对身体进行情绪评估与分类，为行为学上身体能够提供更有区分性的效价信息提供了证据。

参考文献

Adolphs, R. (2002). Neural systems for recognizing emotion. *Current Opinion in Neurobiology, 12*(2), 169–177.

Aviezer, H., Messinger, D. S., Zangvil, S., Mattson, W. I., Gangi, D. N., & Todorov, A. (2015). Thrill of victory or agony of defeat? Perceivers fail to utilize information in facial movements. *Emotion, 15*(6), 791–797.

Aviezer, H., Trope, Y., & Todorov, A. (2012). Body cues, not facial expressions, discriminate between intense positive and negative emotions. *Science, 338*(6111), 1225–1229.

Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience, 8*(6), 551–565.

Blau, V. C., Maurer, U., Tottenham, N., & McCandliss, B. D. (2007). The face-specific N170 component is modulated by emotional facial expression. *Behavioral and Brain Functions, 3*, 7.

Bogart, K. R., Tickle-Degnen, L., & Ambady, N. (2014). Communicating without the face: Holistic perception of emotions of people with facial paralysis. *Basic & Applied Social Psychology, 36*(4), 309–320.

Borhani, K., Borgomaneri, S., Làdavas, E., & Bertini, C. (2016). The effect of alexithymia on early visual processing of emotional body postures. *Biological Psychology, 115*, 1–8.

Borhani, K., Làdavas, E., Maier, M. E., Avenanti, A., & Bertini, C. (2015). Emotional and movement-related body postures modulate visual processing. *Social Cognitive & Affective Neuroscience, 10*(8), 1092–1101.

Carroll, J. M., & Russell, J. A. (1996). Do facial expressions signal specific emotions? Judging emotion from the face in context. *Journal of Personality and Social Psychology, 70*(2), 205–218.

de Gelder, B., & Hortensius, R. (2014). The many faces of the emotional body. In J. Decety & Y. Christen (Eds.), *New frontiers in social neuroscience* (Vol. 21, pp. 153–164). New York: Springer.

de Gelder, B. (2006). Towards the neurobiology of emotional body language. *Nature Reviews Neuroscience, 7*(3), 242–249.

Eimer, M. (2000). The face-specific N170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *Neuroreport, 11*(10), 2319–2324.

Eimer, M., Kiss, M., & Holmes, A. (2008). Links between rapid ERP responses to fearful faces and conscious awareness. *Journal of Neuropsychology, 2*, 165–181.

Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist, 48*(4), 384–392.

Ekman, P., & Friesen, W. V. (1969). The repertoire of nonverbal behavior: Categories, origins, usage, and coding. *Semiotica, 1*, 49–98.

Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). *Facial action coding system: Investigator's guide*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

Gu, Y. Y., Mai, X. Q., & Luo, Y. J. (2013). Do bodily expressions compete with facial expressions? Time course of integration of emotional signals from the face and the body. *PLoS One, 8*(7), e66762.

Hietanen, J. K., & Astikainen, P. (2013). N170 response to facial expressions is modulated by the affective

congruency between the emotional expression and preceding affective picture. *Biological Psychology, 92*(2), 114–124.

Kiss, M., & Eimer, M. (2008). ERPs reveal subliminal processing of fearful faces. *Psychophysiology, 45*(2), 318–326.

Kissler, J., & Herbert, C. (2013). Emotion, etmnooi, or emitoon?--Faster lexical access to emotional than to neutral words during reading. *Biological Psychology, 92*(3), 464–479.

Kok, A. (1997). Event-related-potential (ERP) reflections of mental resources: A review and synthesis. *Biological Psychology, 45*(1-3), 19–56.

Kutas, M., McCarthy, G., & Donchin, E. (1977). Augmenting mental chronometry: The P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science, 197*(4305), 792–795.

Leppänen, J. M., Moulson, M. C., Vogel-Farley, V. K., & Nelson, C. A. (2007). An ERP study of emotional face processing in the adult and infant brain. *Child Development, 78*(1), 232–245.

Luo, Q., Holroyd, T., Jones, M., Hendler, T., & Blair, J. (2007). Neural dynamics for facial threat processing as revealed by gamma band synchronization using MEG. *NeuroImage, 34*(2), 839–847.

Luo, Q., Holroyd, T., Majestic, C., Cheng, X., Schechter, J., & Blair, R. J. (2010). Emotional automaticity is a matter of timing. *Journal of Neuroscience, 30*(17), 5825–5829.

Luo, W. B., Feng, W. F., He, W. Q., Wang, N. Y., & Luo, Y. J. (2010). Three stages of facial expression processing: ERP study with rapid serial visual presentation. *NeuroImage, 49*(2), 1857–1867.

Macmillan, N. A., & Creelman, D. C. (2004). *Detection theory: A user's guide* (2nd ed.). New York: Psychology Press.

Matsumoto, D., & Willingham, B. (2006). The thrill of victory and the agony of defeat: Spontaneous expressions of medal winners of the 2004 Athens Olympic Games. *Journal of Personality and Social Psychology, 91*(3), 568–581.

Meeren, H. K. M., van Heijnsbergen, C. C. R. J., & de Gelder, B. (2005). Rapid perceptual integration of facial expression and emotional body language. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102*(45), 16518–16523.

Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. Cambridge, MA: MIT.

Oatley, K., & Johnson-Laird, P. N. (1987). Towards a cognitive theory of emotions. *Cognition and Emotion, 1*(1), 29–50.

Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology, 77*(3), 247–265.

Pegna, A. J., Landis, T., & Khateb, A. (2008). Electrophysiological evidence for early non-conscious processing of fearful facial expressions. *International Journal of Psychophysiology, 70*(2), 127–136.

Pegna, A. J., Darque, A., Berrut, C., & Khateb, A. (2011). Early ERP modulation for task-irrelevant subliminal faces. *Frontiers in Psychology, 2*, 88.

Pourtois, G., Grandjean, D., Sander, D., & Vuilleumier, P. (2004). Electrophysiological correlates of rapid spatial orienting towards fearful faces. *Cerebral Cortex, 14*(6), 619–633.

Pritchard, W. S. (1981). Psychophysiology of P300. *Psychological Bulletin, 89*(3), 506–540.

Righart, R., & de Gelder, B. (2007). Impaired face and body perception in developmental prosopagnosia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104*(43), 17234–17238.

Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghöfer, M. (2006). Emotion and attention: Event-related brain potential studies. *Progress in Brain Research, 156*, 31–51.

Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2004). The selective processing of briefly presented

affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology, 41*(3), 441–449.

Schyns, P. G., Petro, L. S., & Smith, M. L. (2007). Dynamics of visual information integration in the brain for categorizing facial expressions. *Current Biology, 17*(18), 1580–1585.

Stekelenburg, J. J., & de Gelder, B. (2004). The neural correlates of perceiving human bodies: An ERP study on the body-inversion effect. *Neuroreport, 15*(5), 777–780.

Wang, L. L., Feng, C. L., Mai, X. Q., Jia, L., Zhu, X. R., Luo, W. B., & Luo Y. J. (2016). The impact of perceptual load on the non-conscious processing of fearful faces. *PLoS One, 11*(5), e0154914.

Wang, L. L., Xia, L. S., & Zhang, D. D. (2017). Face-body integration of intense emotional expressions of victory and defeat. *PLoS One, 12*(2), e0171656.

Wild-Wall, N., Dimigen, O., & Sommer, W. (2008). Interaction of facial expressions and familiarity: ERP evidence. *Biological Psychology, 77*(2), 138–149.

Xia, M., Li, X. L., Ye, C., & Li, H. (2014). The ERPs for the facial expression processing. *Advances in Psychological Science, 22*(10), 1556–1563.

[侠牧，李雪榴，叶春，李红. (2014). 面部表情加工的 ERP 成分. *心理科学进展, 22*(10), 1556–1563.]

Xiao, R. Q., Li, X. C., Li, L., & Wang, Y. M. (2016). Can we distinguish emotions from faces? Investigation of implicit and explicit processes of peak facial expressions. *Frontiers in Psychology, 7*, 1330.

Zhang, D. D., He, W. Q., Wang, T., Luo, W. B., Zhu, X. R., Gu, R. L.,… Luo, Y. J. (2014). Three stages of emotional word processing: An ERP study with rapid serial visual presentation. *Social Cognitive & Affective Neuroscience, 9*(12), 1897–1903.

Zhang, D. D., Luo, W. B., & Luo, Y. J. (2013). Single-trial ERP evidence for the three-stage scheme of facial expression processing. *Science China Life Sciences, 56*(9), 835–847.

[张丹丹，罗文波，罗跃嘉. (2013). 面孔表情加工三阶段模型的单试次 ERP 证据. *中国科学:生命科学, 43*(8), 643–656.]

Zhang, D. D., Wang, L. L., & Luo, Y. J. (2012). Individual differences in detecting rapidly presented fearful faces. *PLoS One, 7*(11), e49517.

Zhang, D. D., Zhao, T., Liu, Y. Z., & Chen, Y. M. (2015). Comparison of facial expressions and body expressions: An event-related potential study. *Acta Psychologica Sinica, 47*(8), 963–970.

[张丹丹，赵婷，柳昀哲，陈玉明. (2015). 恐惧情绪面孔和身体姿势加工的比较：事件相关电位研究. *心理学报, 47*(8), 963–970.]

Emotional processing of winning and losing facial expression and body posture

WANG Lili[1]; FENG Wenfeng[2]; JIA Lina[3]; ZHU Xiangru[4]; LUO Wenbo[5]; YANG Suyong[6]; LUO Yue-jia[7,8]

([1] *School of Educational Science, Huaiyin Normal University, Huaian 223300, China*)

([2] *Department of Psychology, Soochow University, Jiangsu 215000, China*)

([3] *School of Humanities, Jiangnan University, Wuxi* 214122, *China*)

([4] *Institute of Cognition, Brain and Health, Henan University, Kaifeng 475001,China*)

([5] *Research Center of Brain and Cognitive Neuroscience, Liaoning Normal University, Dalian* 116029, *China*)
([6] *Key Laboratory of Exercise and Health Sciences of Ministry of Education, Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China*)
([7] *College of Psychology and Sociology, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China*)
([8] *Shenzhen Key Laboratory of Affective and Social Cognitive Science, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China*)

Abstract

For humans, both face and body play important roles in conveying emotional information. Previous studies showed that body postures rather than faces could provide more valid information about valence in the recognition of victory and defeat. The present study aimed to compare the processing of the faces and the bodies of victory and defeat.

The current study employed emotional expressions of Chinese professional players reacting to victory or defeat to compare the processing of emotional faces and body postures using behavioral and ERP recordings. 80 images (40 winners and 40 losers) were obtained through Google and Baidu image search, using the search keyword "reacting to winning a point" or "reacting to losing a point", intersected with "tennis" or "table tennis" or "badminton". In Experiment 1, the behavioral experiment asked participants to rate the valence and intensity of the faces and the body postures on a 9 point scale (valence: 1-the most negative and 9-the most positive; intensity: 1-the least intense and 9-the most intense). In Experiment 2, participants were asked to determine the type of emotion (neutral, happiness, sadness, anger, fear, and disgust) expressed by the faces and the body postures. In the ERP study (Experiment 3), participants were instructed to indicate the valence (positive or negative) of the faces and the body postures.

The behavioral results showed that body postures rather than faces facilitated the discrimination between victory and defeat. Compared to body postures, the faces were more complex and involved a variety of facial expressions. The behavioral result of the ERP study showed that body postures rather than faces could provide more valid information about valence. The ERP results showed that the emotional information of body postures could be detected earlier than faces, as reflected by larger N170 amplitudes for winning body postures than losing body postures. However, there was no significant N170 difference between winning faces and losing faces. The emotional effect of faces was reflected by the EPN component, and losing faces elicited larger negative EPN amplitudes than winning faces. On the contrary, winning body postures elicited larger negative EPN amplitudes than losing body postures. Moreover, victory elicited larger LPP amplitudes than defeat under both face and body conditions.

These data suggest that the higher rate of discrimination between winning body postures and losing body postures is possibly due to the stimulus evaluation and categorization of body postures at multiple stages of processing. It is hoped that the current results regarding the emotional processing of facial and body expressions will help us understand the mechanisms of the emotional brain.

Key words body posture; facial expression; ERP